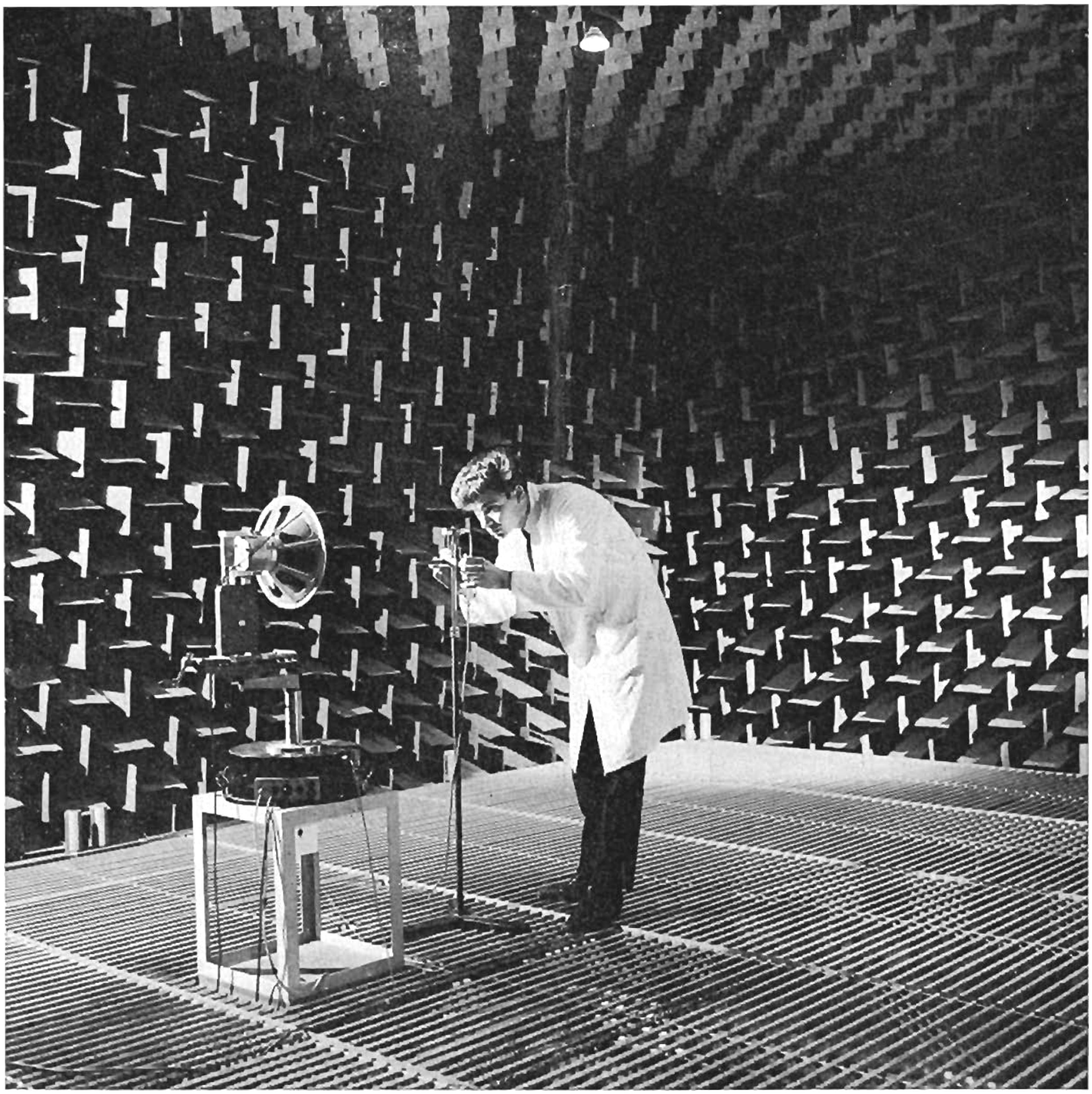
PHILIPS

nieuws

VOOR HOBBYISTEN EN RADIOAMATEURS

SEPTEMBER 1969 - NR. 10



Bij de omslag

Voor het meten van de frequentiekarakteristieken en stralingsdiagrammen van Philips luidsprekers wordt gebruik gemaakt van een „dode kamer", waarin geen reflecties optreden. Het geluid dat door de luidspreker wordt weergegeven wordt opgevangen met een speciale condensatormicrofoon.

Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs

Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs is een uitgave van Philips Nederland n.v. voor iedereen die op de hoogte wil blijven van Philips' activiteiten op het gebied van elektronika-onderdelen en zelfbouwartikelen. Onder meer worden regelmatig nieuwe ontwikkelingen in de amateursector, nieuwe toepassings- en combinatiemogelijkheden van bestaande bouw- en onderdelenpakketten en instructieve artikelen over nieuwe onderdelen gepubliceerd.
Opgaven voor gratis toezending, adreswijzigingen enz. kunnen worden geadresseerd aan Nieuwsredaktie, Postbus 218, Eindhoven. Bij adreswijziging wordt inzending van de verbeterde adresband op hoge prijs gesteld.

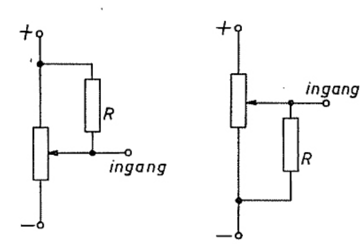
Inhoud

De hoed van de goochelaar

Goochelen is fascinerend en de elektronika is fascinerend; wat zou er nog fascinerender zijn dan goochelen met elektronika?
Die mogelijkheid biedt de Elektronische Schakelaar H 6715, die als Philips onderdelenpakket verkrijgbaar is. We zullen u hier niet vermoeien met een uitvoerige schemabeschrijving, maar de elektronische schakelaar beschouwen als een zwart kastje met een paar ingangsklemmen en een paar uitgangsklemmen.
Je kunt er licht in stoppen en geluid uit krijgen, of warmte erin en licht eruit, of droogte erin en water eruit en ga zo maar door. Een moderne goochelaarshoed. U kunt er ook uw ideeën in kwijt. Wat eruit komt, hangt af van de bruikbaarheid van uw idee.

De truc

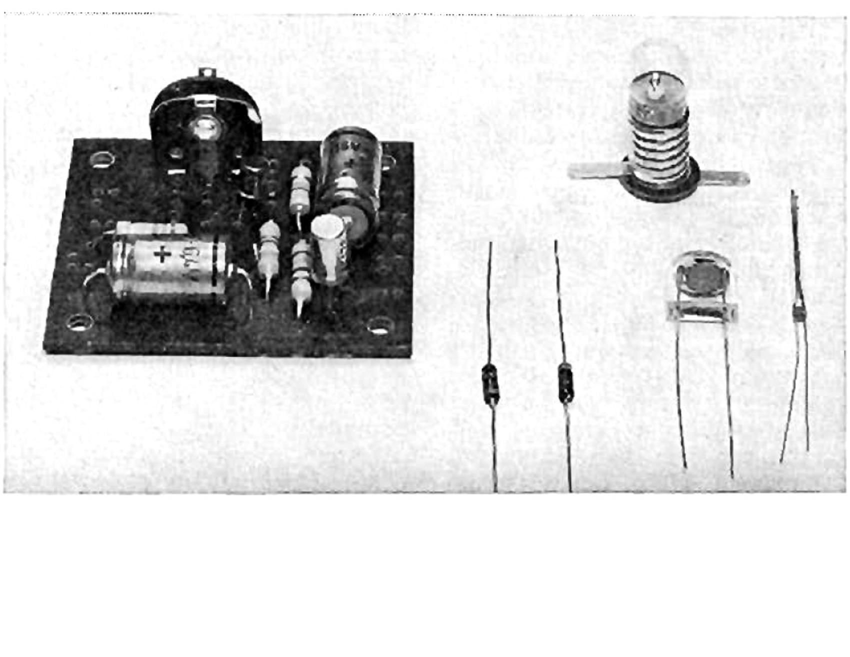
Achter elke goocheltruc schuilen een keiharde werkelijkheid en een vindingrijke gedachte. Zo ook achter de elektronische schakelaar. Die werkelijkheid bestaat uit een eenvoudige schakeling met twee transistors die een zogenaamde Schmitt-trigger vormen. De tweede transistor kan maar in één toestand verkeren: òf hij is geheel afgeknepen, òf hij voert de volle stroom. In welke van de twee toestanden die transistor verkeert, hangt af van de ingangsspanning van de eerste transistor. Zodra deze spanning een bepaalde instelbare drempelwaarde overschrijdt, verandert de toestand van de eindtransistor met een sprong. Deze situatie is te vergelijken met een wip, waarop iemand heen en weer loopt. Zodra hij een bepaald punt (het draaipunt) passeert, klapt de wip snel om. Loopt hij daarna terug, dan klapt ook de wip terug. Een allerplezierigste omstandigheid is dat de meeste verschijnselen kunnen worden omgezet in een elektrisch signaal, dat bruikbaar is om de elektronische schakelaar te sturen. Licht bijvoorbeeld. Laten we dat op een lichtafhankelijke weerstand (een LDR) vallen, dan verandert de weerstandswaarde daarvan; hoe meer licht, des te lager de weerstand. Het is een koud kunstje om van die weerstandsverandering een spanningsverandering te maken. Dat kan door de LDR in een spanningsdeler aan de ingang van de elektronische schakelaar op te nemen, zoals in afb. 1 is getekend. Bij de schakeling van afb. 1a zal de eindtransistor plotseling inschakelen wanneer de lichtsterkte op de LDR *boven* een bepaalde waarde stijgt en bij afb. 1b wanneer die lichtsterkte *beneden* een zekere waarde daalt.
Dezelfde truc kunnen we uithalen met een warmteafhankelijke NTC-weerstand (NTC: Negatieve Temperatuur-Coëfficiënt), een schakelaar of een „vochtopnemer". De laatste bestaat uit twee strookjes koper, gescheiden door een isolator. Steekt men deze opnemer bijvoorbeeld in een plantenbak, dan zal de weerstand tussen de strookjes zeer hoog zijn zolang de plantenbak te droog is. We kunnen de schakeling zo inrichten dat hierdoor een waterpompje gaat werken. Bij een bepaalde vochtigheid zal de weerstand tussen de strookjes zoveel afnemen, dat de elektronische schakelaar „uit"-schakelt en het pompje stopt.



Afb. 1a *Afb. 1b*
R : NTC, LDR of dergelijke

De uitgang van de elektronische schakelaar is minstens zo universeel. De eindtransistor kan direct een lampje sturen, dat dus gaat branden als bijvoorbeeld de temperatuur van de NTC-weerstand beneden het vriespunt daalt (vorstindicator), zodat u onverwijld de kritieke waterleidingen kunt afsluiten en aftappen.
In plaats van een lampje kunt u ook de Elektronische Zoemer H 6714 op de uitgang aansluiten; dan hoeft u niet voortdurend naar het lampje te kijken. Hoe deze schakeling moet worden aangesloten, staat uitvoerig beschreven in de handleiding die bij het onderdelenpakket van de elektronische schakelaar wordt geleverd.
Verder kan de uitgang een klein relais of een elektromotortje bekrachtigen. Met het motortje kunt u bijvoorbeeld een waterpompje aandrijven zodat u, met behulp van een vocht- of een niveau-opnemer (zelfde constructie als de vochtopnemer), de plantenbak automatisch water kunt geven (makkelijk tijdens de vakantie), het aquarium op peil kunt houden en zo voort.
Een relais aan de uitgang stelt u in staat krachtiger zaken in te schakelen, bijvoorbeeld een grotere elektromotor die de garagedeuren opent, een verwarmingselement van een elektrische kachel of een aquarium, of een grote lamp. Wanneer en op welk moment deze dingen worden ingeschakeld hangt af van wat u op de ingang hebt aangesloten. Met een LDR aan de ingang kunt u tal van zaken, die met de hoeveelheid licht in verband staan, automatisch regelen: de buitenverlichting of het parkeerlicht van uw auto aan als het donker wordt, een deur open als u een lichtstraal onderbreekt, de spoorbomen van een modelbaan sluiten als een trein nadert.
Met een NTC-weerstand aan de ingang kunt u fotografische baden op temperatuur brengen en houden, een elektrisch kacheltje of een ventilator in- en uitschakelen, een vorstindicator maken enz.
Als u een condensator en een weerstand aan de ingang koppelt, krijgt u een tijdschakelaar.
Wat we hier hebben opgesomd waren maar enkele suggesties. Misschien hebt u toepassingen die al jaren op deze elektronische schakelaar wachten. En nu we het hek hebben opengezet, zult u waarschijnlijk steeds meer toepassingsmogelijkheden tegenkomen. U hoeft alleen maar te bedenken dat vrijwel elk verschijnsel met de elektronische schakelaar kan worden omgetoverd in het openen of sluiten van een elektrisch contact, en daarmee kunt u van àlles doen.
Het Philips onderdelenpakket H 6715 bevat alle onderdelen voor het bouwen van de elektronische schakelaar. Onderdelenpakket H 6815 bevat dezelfde onderdelen, maar bovendien een diode, een zenerdiode, een NTC-weerstand, een LDR en een lamphouder met lampje. Met dit laatste pakket kunt u dus meteen een groot aantal toepassingen in praktijk brengen.

De gebouwde elektronische schakelaar uit onderdelenpakket H 6715 met de speciale onderdelen, twee dioden, een NTC-weerstand (thermometertype), een LDR (lichtgevoelige weerstand) en een lampje met houder, voor het realiseren van alle in de handleiding genoemde toepassingen.



PHILIPS HOBBYSKOOP

Onder deze naam is zojuist de nieuwe Philips hobbybrochure verschenen waarin een groot aantal artikelen voor hobbyisten, radio-amateurs en „doe-het-zelvers" is opgenomen. Aan iedere abonnee op „Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs" zal een exemplaar worden toegezonden.



Nieuwe Philips uitgave

Van het zo langzamerhand vermaard geworden boekje „Philips Luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw" is een nieuwe, herziene en uitgebreide druk verschenen. Daarin zijn onder meer bouwtekeningen opgenomen van zeventien akoestische boxen en vier basreflexkasten, geschikt voor gebruik met Philips luidsprekers. Ook andere informaties over luidsprekercombinaties, luidsprekeropstellingen voor mono- en stereoweergave, scheidingsfilters, technische gegevens van de luidsprekers en frequentiekarakteristieken zijn in het boekje te vinden. De uitgave is verkrijgbaar bij de handel in radio-onderdelen.

Wegwijs in luidsprekerland (2)

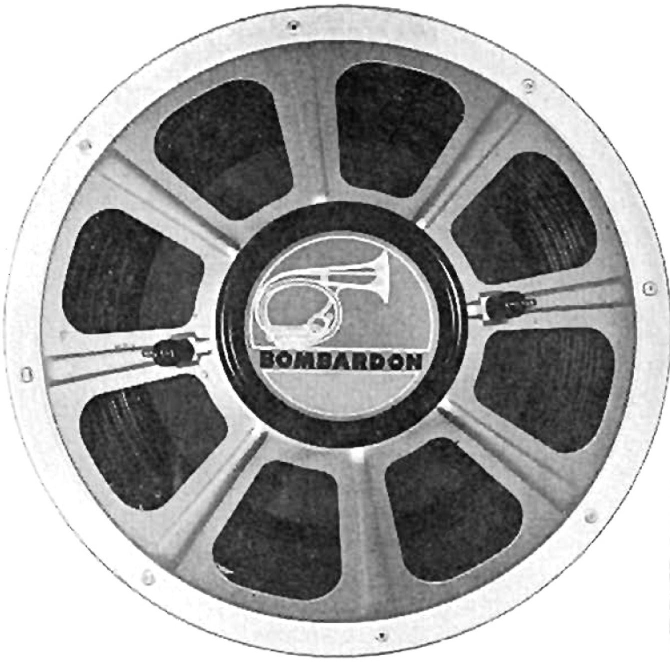
In het eerste deel van dit artikel, dat in Nieuws voor Hobbyisten en Radio-amateurs nr. 9 werd gepubliceerd, zijn enkele belangrijke eigenschappen van luidsprekers besproken. Vooral de invloed van een klankscherm of een luidsprekerkast op de weergave van de lage tonen kwam ter sprake. Daarbij bleek dat een „universele" luidspreker in een tamelijk grote akoestische box moet worden gebouwd als men een goede lagetonenweergave verlangt, maar dat Philips erin is geslaagd luidsprekers te ontwikkelen die in een kleine box toch een goede weergave geven van het hele audiogebied, óók van de lage tonen. Dit kon worden bereikt door een speciale conusconstructie en door de inhoud van de kast bij het luidsprekerontwerp te betrekken. Deze luidsprekers hebben we categorie „b" genoemd; de „universele" luidsprekers, waarbij de ontwerper de afmetingen van de kast in het midden heeft gelaten, noemden we categorie „a".
Bij enkele typen luidsprekers, ondergebracht in categorie „c", is de inhoud van de kast zo sterk meeberekend, dat inderdaad een verbluffend goede weergave van de lage tonen kon worden verkregen, ondanks de zeer kleine box. Type AD 5060W8 mag zelfs niet worden ondergebracht in een kast waarvan de inhoud groter is dan 3 dm^3. Doordat deze luidsprekers zo sterk zijn gericht op het weergeven van lage tonen in een zeer kleine kast, is van een goede weergave van de hoge tonen geen sprake meer, zodat hiervoor een afzonderlijke luidspreker moet worden gebruikt. In dit deel van het artikel zal blijken dat de gescheiden weergave van hoge en lage tonen bijzondere voordelen biedt, óók in die gevallen waarbij dit niet strikt nodig is.
Aan het slot van dit artikel zal de titel worden waargemaakt en zullen wij u de weg wijzen in Luidsprekerland.

Gescheiden weergave van hoog en laag

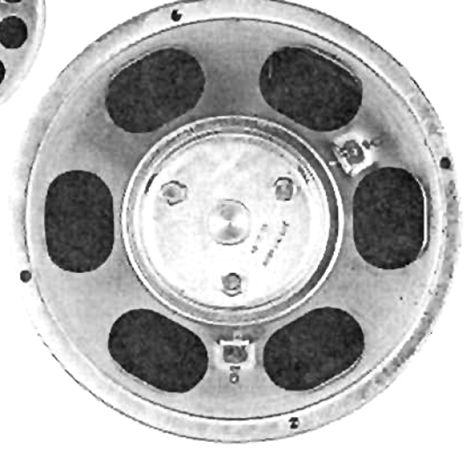
Wat gebeurt er als we van een luidspreker verlangen dat hij het hele hoorbare frequentiespectrum tegelijk weergeeft? Dan bestaat het gevaar dat de sterkte van een hoge toon gaat variëren in het ritme van een gelijktijdig aanwezige lage toon. Dit verschijnsel heet intermodulatie. Hierbij ontstaan neventonen, die in het oorspronkelijke geluid niet aanwezig waren. De frequentie van deze tonen is echter niet harmonisch ten opzichte van de twee grondtonen. Moeten bijvoorbeeld gelijktijdig een toon van 1000 Hz en een van 60 Hz worden weergegeven, dan ontstaan als gevolg van de intermodulatie onder andere tonen met de frequenties 940 en 1060 Hz. Zouden neventonen van bijvoorbeeld 2000 en 3000 Hz ontstaan, dus een heel veelvoud van de grondtoon van 1000 Hz, dan zou de intermodulatievervorming niet zo hinderlijk zijn. Door dit niet-harmonisch zijn van de neventonen is de intermodulatievervorming echter hinderlijk en al bij een gering percentage hoorbaar.
Het verschijnsel blijkt vooral op te treden bij ver uit elkaar gelegen frequenties en dit biedt ons de mogelijkheid de intermodulatievervorming binnen de perken te houden, namelijk door niet van een luidspreker te verlangen dat hij gelijktijdig alle tonen van hoog tot laag weergeeft. Laten we twee universele luidsprekers uit categorie „a", die het hele audiogebied kunnen weergeven, elk slechts een deel van het spectrum weergeven, dan zijn we de door de luidsprekers veroorzaakte intermodulatievervorming vrijwel de baas.
Als dit geldt voor universele luidsprekers, dan gaat het natuurlijk ook op in de gevallen dat we gescheiden weergave van hoog en laag móeten toepassen, dat wil zeggen als we een speciale lagetonenluidspreker uit categorie „c" gebruiken, die geen hoge tonen kàn produceren.
Het gebruik van woofers heeft dus twee voordelen:

- we kunnen met kleine luidsprekerkasten volstaan (ze mógen zelfs niet te groot zijn);
- Doordat hoog en laag door afzonderlijke luidsprekers moeten worden weergegeven (de lagetonenluidspreker kàn geen hoog geven) vermindert de intermodulatievervorming.

Als we afzonderlijke hoge- en lagetonenluidsprekers gebruiken, zouden we deze gewoon parallel kunnen schakelen en denken: de lagetonenluidspreker geeft toch geen hoog en wat de hogetonenluidspreker aan laag produceert is meegenomen. Dit is echter een onjuiste redenering. In de eerste plaats kan een speciale luidspreker wel degelijk frequenties weergeven buiten het gebied waarvoor hij ontworpen is, maar die zijn dan vervormd. In de tweede plaats is het met het oog op de intermodulatievervorming beter, ervoor te zorgen dat de beide luidsprekers alleen die tonen krijgen aangeboden die ze moeten weergeven. Dit gebeurt met een scheidingsfilter. Deze scheidingsfilters kunnen zelf worden gemaakt aan de hand van de in het boekje „Luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw" gegeven aanwijzingen. Er zijn ook enkele scheidingsfilters verkrijgbaar als onderdelenpakket.
„Woofers" (vertaald „blaffers", ofwel lagetonenluidsprekers) en

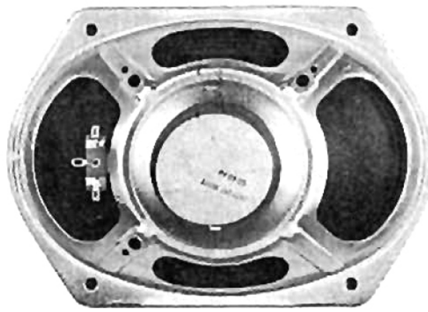












„tweeters" kunnen in afzonderlijke luidsprekerkastjes worden ondergebracht, maar het is ook mogelijk ze in één kast onder te brengen, mits men rekening houdt met de maximaal toelaatbare kastinhoud voor de woofer. In het laatste geval moet de hogetonenluidspreker worden voorzien van een nauw sluitende kap, zodat hij in de kast akoestisch volkomen gescheiden is van de lagetonenluidspreker. Anders zullen de geluidsgolven van de woofer conusbewegingen van de tweeter veroorzaken, waardoor het effect van de gescheiden weergave verloren gaat.

Rendement en stralingsrichting

Bij gescheiden weergave van hoog en laag moeten de luidsprekers in verschillende opzichten bij elkaar passen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de impedantie en de belastbaarheid. Bovendien moeten de frequentiekarakteristieken op elkaar aansluiten, dat wil zeggen: er mag geen kloof zijn tussen die karakteristieken, waardoor het middengedeelte van het toongebied niet zou worden weergegeven. Wat dit laatste betreft geeft afb. 1 een aanwijzing, maar ook niet meer dan dat. De Bombardon en de Dome Tweeter lijken bijvoorbeeld goed bij elkaar aan te sluiten, maar we moeten bedenken dat de weergavekarakteristiek niet recht is over het hele in tabel 1 aangegeven frequentiegebied, zodat de sterkte van de weergave van de woofer aan de hoge kant en van de tweeter aan de lage kant afneemt en bovendien niet meer vervormingsvrij is. Bij gebruik van deze twee luidsprekers zou in het middengebied dus wel degelijk een hiaat ontstaan. Natuurlijk is dit een terrein waarop men met experimenteren veel kan bereiken, maar het is beter en minder kostbaar om gebruik te maken van één van de beproefde combinaties die in „Luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw" worden gegeven. Dit geldt niet alleen ten aanzien van de frequentiekarakteristieken, maar ook wat betreft de impedantie en de belastbaarheid. Deze waarden hoeven niet per se gelijk te zijn, maar ze moeten bij elkaar passen.

Er is echter nog meer waarop we moeten letten, bijvoorbeeld de rendementen. Het rendement van een speciale lagetonenluidspreker, gemonteerd in de juiste behuizing, is lager dan dat van een universele luidspreker. Als we deze laatste de hoge tonen laten weergeven, zullen die geprononceerd klinken. Dit verschil in rendement kan worden gecompenseerd door een weerstand of een weerstandsnetwerk. Het bepalen van de juiste weerstandswaarden is echter een hele uitzoekerij, vandaar nogmaals ons advies: houd u aan de combinaties die in „Luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw" worden gegeven. Van dit bekende boekje is zojuist een nieuwe, uitgebreide en geheel herziene druk verschenen met bouwontwerpen voor zeventien akoestische boxen, vier basreflexkasten en een klankscherm. Verder bevat het boekje alle informaties die nodig zijn om uit al deze mogelijkheden een keus te maken die past bij uw installatie, uw ambities en niet te vergeten uw budget.

Mono en stereo

Wat we tot dusver over het scheiden van hoge en lage tonen hebben gezegd, was algemeen, maar

als we gaan praten over verstrooiing, moeten we goed onderscheid maken tussen mono en stereo.
Bij monoweergave kan een ruimtelijk effect — schijn-stereofonie — worden bereikt door de hoge tonen zoveel mogelijk te verstrooien. Om deze reden worden dikwijls kleine luidsprekerkastjes met een speciale hogetonenluidspreker gebruikt, die is aangesloten via een scheidingsfilter. Deze kastjes worden zo opgesteld dat de geluidsgolven tegen de wanden van de kamer reflecteren en zoveel mogelijk worden verstrooid. De luisteraar kijkt dus eigenlijk tegen de achterkant van de hogetonenluidsperker aan. Een bijzonder goede combinatie volgens dit principe bestaat uit twee luidsprekers in een grote akoestische box voor de lage tonen (bijvoorbeeld box A1 uit het bekende boekje) en twee 9710 M's in aparte kleine kastjes (bijvoorbeeld box A7 uit het boekje) als hogetonenstralers. Wanneer bij monoweergave aparte kastjes voor hoog en laag worden toegepast, is het verschil in rendement van minder belang omdat toch met de opstelling van de hogetonenluidsprekers moet worden geëxperimenteerd tot een volle ruimtelijke weergave is verkregen. Hoge- en lagetonenluidsprekers hoeven bij mono dus beslist niet in dezelfde hoek van de kamer te staan.
Aan de twee genoemde voordelen van het scheiden van hoge en lage tonen kunnen we voor mono dus nog een derde voordeel toevoegen:

— door verstrooiing van de hoge tonen kan een ruimtelijk effect worden verkregen.

Bij stereofonie kunnen we gescheiden weergave wèl gebruiken om de intermodulatievervorming te vermijden en om kleine kastjes te kunnen gebruiken, maar verstrooiing van de hoge tonen is ongewenst. Het stereo-effect zit namelijk vooral in de hoge tonen en onze oren moeten kunnen horen waar het geluid vandaan komt. De hogetonenluidsprekers moeten zo dicht mogelijk bij de lagetonenluidsprekers worden opgesteld. Verder dient men de bekende stereo-opstelling toe te passen (u weet wel: de twee luidsprekercombinaties drie of vier meter uit elkaar, onder een hoek van 45° met de kamermuren). Het omkeren van de hogetonenstralers is dus ongewenst.

Wegwijs in luidsprekerland

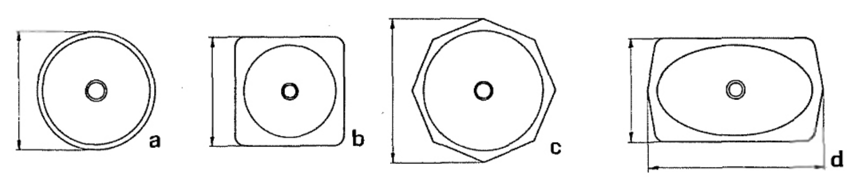
In tabel 1 zijn de voor amateurs interessante luidsprekers uit het Philips programma aangegeven. Het eerste dat opvalt is dat het er zo veel zijn. Dat is nodig omdat er zoveel uiteenlopende eisen aan een luidspreker gesteld kunnen worden, die verband houden met het doel waarvoor men hem wil gebruiken. Eén van de belangrijkste gegevens die men moet weten, vóór men een luidspreker koopt, is de belastbaarheid ofwel het vermogen dat de luidspreker kan verwerken zonder het geluid te vervormen of beschadigd te worden. De belastbaarheid is langs de verticale as uitgezet en loopt van een half watt tot 40 watt. Het is duidelijk dat de grootte van een luidspreker een maat is voor de belastbaarheid; de kleinste universele luidsprekers in deze figuur hebben een diameter van 6 cm en een belastbaarheid van 0,5 W, de grootste zijn 31,5 cm in diameter en mogen met 20 W worden belast. Met die belastbaarheid moet men voorzichtig zijn. De met een sterretje gemerkte luidsprekers mogen alleen maar met het opgegeven vermogen worden belast als ze zijn gemonteerd in een kast waarvan de inhoud niet groter is dan de in het boekje „luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw" opgegeven waarde. De AD 5060/W4 en de AD 5060/W8 bijvoorbeeld mogen met tien watt worden belast mits ze in een akoestische box van ten hoogste 3 dm³ inhoud zijn ondergebracht. Sluit men de losse, niet ingebouwde luidspreker aan op een versterker van slechts één watt, dan is de kans groot dat hij onherstelbaar beschadigd wordt. Ook „tweeters" mogen niet zonder meer op een versterker worden aangesloten.
De niet gemerkte luidsprekers uit tabel 1 mogen altijd, ook als ze niet zijn ingebouwd, met het aangegeven vermogen worden belast. Als men het bovenstaande in het oog houdt, kan men stellen dat de belastbaarheid van de luidspreker die men kiest altijd minstens gelijk moet zijn aan het vermogen dat de versterker kan leveren en liefst iets groter moet zijn. De eerste reden voor het uitgebreide programma is dus dat men keus moet kunnen maken uit een groot aantal verschillende belastbaarheden. Een ander belangrijk gegeven is het frequentiegebied dat de luidspreker kan weergeven. Dit gebied is in tabel 1 globaal aangegeven door middel van balken, maar ook de letter in het typenummer geeft een aanwijzing hierover. De letters hebben de volgende betekenis:

M Dit zijn universele luidsprekers met een zo recht mogelijke karakteristiek over het hele hoorbare frequentiegebied, die onder andere kunnen worden gebruikt voor HiFi-weergave zonder scheiding van hoge en lage tonen.

T Tweeters, speciale hogetonenluidsprekers. Bij gebruik van een tweeter moet een andere luidspreker, b.v. een speciale woofer, de lage tonen voor zijn rekening nemen.

W Woofers of lagetonenluidsprekers. Deze luidsprekers kunnen geen hoge tonen (onvervormd) weergeven en moeten dus steeds in combinatie met een M-type of een tweeter voor de hoge tonen worden gebruikt.

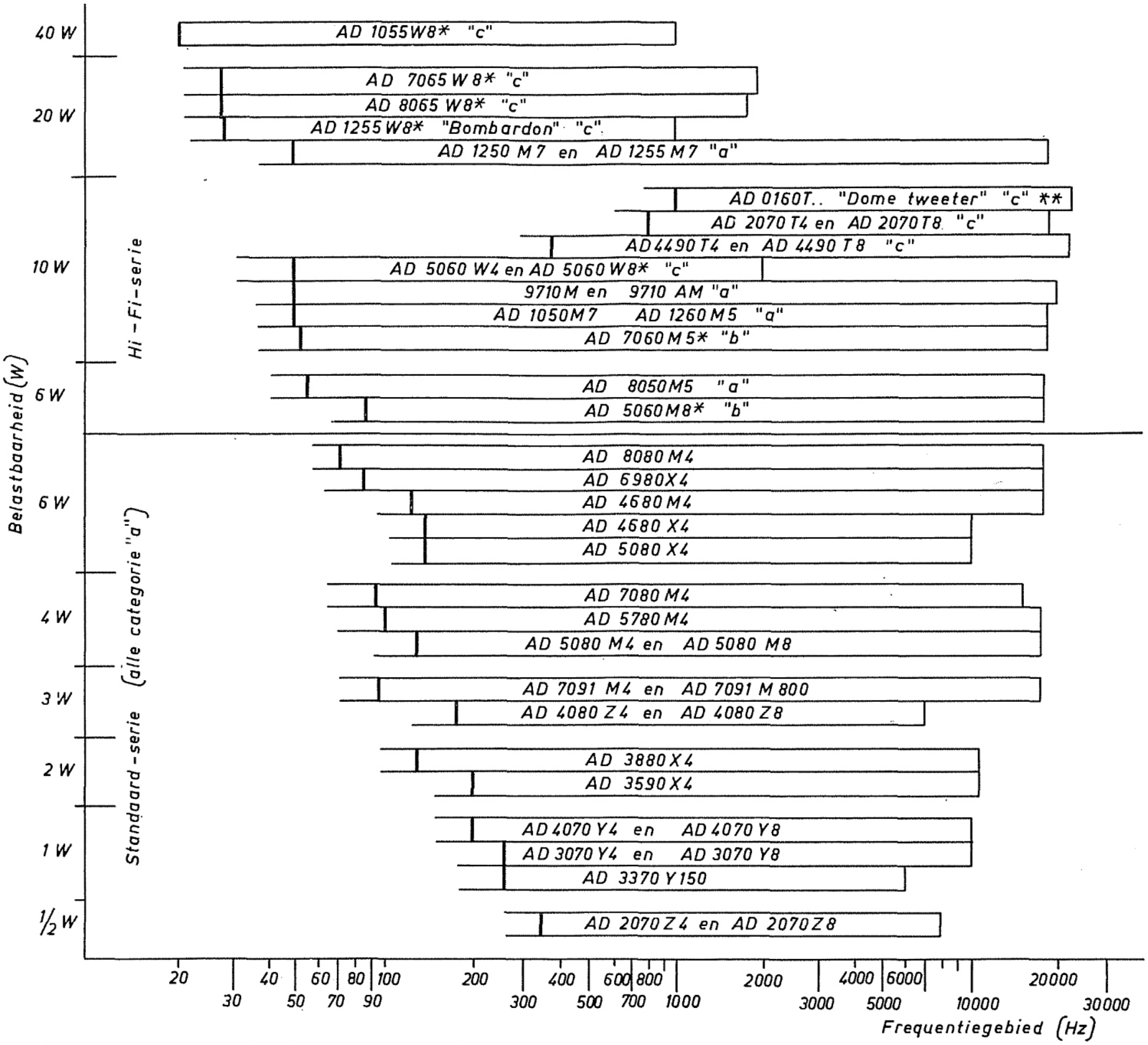
X Luidsprekers met de grootste gevoeligheid in het gebied van de middentonen, vooral bestemd voor aansluiting op radio- en televisietoestellen. Deze toestellen geven, door maatregelen aan de zenderkant, bijna uitsluitend de frequenties in het middengebied weer en het is dus niet nodig hiervoor een luidsprekertype te kiezen dat het hele audiogebied gelijkmatig reproduceert. Uiteraard heeft ook een luidsprekercombinatie met woofers en tweeters in deze gevallen weinig zin.



Afbeeldingen bij tabel 2 op pag. 7

Programma Philips luidsprekers

Tabel 1



** De „dome tweeter" is binnenkort leverbaar.

Tabel 2

Typenummer	Vervangt type	Afmetingen (mm)	Prijs (incl. O.B.)	Afb.
HiFi-serie				
AD 1055/W8		261	*f* 119,75	c
AD 7065/W8	AD 3703 S	166	39,75	c
AD 8065/W8	AD 3803 S	206	49,75	c
AD 1255/W8	AD 5201/S77	315	149,75	a
AD 1250/M7	AD 4200 M	315	64,75	a
AD 1255/M7	AD 5200 M	315	93,75	a
AD 0160/T **				
AD 2070/T4 }		58	9,75	a
AD 2070/T8 }				
AD 4490/T4 }		105	17,75	b
AD 4490/T8 }				
AD 5060/W4 }		129	29,75	c
AD 5060/W8 }				
9710 M		217	49,75	a
9710 AM		217	56,75	
AD 1050/M7	AD 4000 M	261	49,75	a
AD 1260/M5	AD 4201 M	315	39,75	a
AD 7060/M5	AD 3701 M	166	29,75	c
AD 8050/M5	AD 4800 M	206	44,75	c
AD 5060/M8		129	18,75	c

Typenummer	Vervangt type	Afmetingen (mm)	Prijs (incl. O.B.)	Afb.
Standaardserie				
AD 8080/M4	AD 3806 RM	206	14,95	c
AD 6980/X4		161 x 234	16,95	d
AD 4680/M4	AD 3466 RM	103 x 154	14,95	d
AD 4680/X4	AD 3466 RX	103 x 154	14,95	d
AD 5080/X4		129	12,95	c
AD 7080/M4	AD 3706 RM	166	13,95	c
AD 5780/M4		134 x 184	15,95	d
AD 5080/M4	AD 3506 RM }	129	12,95	c
AD 5080/M8	}			
AD 7091/M4	AD 3729 RM	166	17,95	c
AD 7091/M800	AD 3729 AM	166	19,95	c
AD 4080/Z4	AD 3414 Z }	105	9,95	a
AD 4080/Z8	AD 3416 SZ }			
AD 3880/X4	AD 3386 RX	82 x 105	13,95	d
AD 3590/X4		76 x 131	12,95	d
AD 4070/Y4 }		105	7,95	a
AD 4070/Y8 }				
AD 3070/Y4 }		81	5,95	a
AD 3070/Y8 }				
AD 3370/Y150	AD 3316 CZ	81 x 81	6,95	b
AD 2070/Z4	}	64	4,95	a
AD 2070/Z8	AD 2216 Z }			

Y Luidsprekers met de grootste gevoeligheid in het frequentiegebied van 2 tot 6 kHz, in het bijzonder geschikt voor draagbare ontvangers, kleine bandrecorders, intercoms en dergelijke. Van deze toestellen verlangt men gewoonlijk een goede verstaanbaarheid en deze blijkt bij toepassing van dit type luidsprekers het grootst te zijn.

Z Luidsprekers met een extra grote gevoeligheid voor frequenties van ongeveer 3000 Hz, geschikt voor kleine transistorradio's. Deze toestellen worden meestal uit batterijen gevoed en het beschikbare uitgangsvermogen is daardoor beperkt. Bij gebruik van een Z-type kan, ondanks het geringe uitgangsvermogen, toch een goed geluidsniveau worden verkregen.

Uit het bovenstaande blijkt wel dat de balken van tabel 1 slechts een globale aanwijzing over de toepassingsmogelijkheden van de luidsprekers geven. Aan de rechterkant lopen de balken door tot de hoogste frequentie die nog goed kan worden weergegeven. Aan de linkerkant geeft een dikke streep de resonantiefrequentie van de luidspreker aan. De weergave van de lage tonen is, in tegenstelling tot die van de hoge tonen, sterk afhankelijk van de afmetingen van de kast. In de regel neemt de weergave beneden de resonantiefrequentie sterk af, terwijl de resonantiefrequentie onder invloed van de kast bovendien enigszins hoger wordt. Daarom zijn de balken links van de resonantiefrequentie maar een klein eindje doorgetrokken.
Nog een gegeven waarmee we bij het kiezen van een luidspreker rekening moeten houden is de impedantie. Deze moet gelijk zijn aan de uitgangsimpedantie van de versterker. In het typenummer staat de impedantie achter de letter die het frequentiebereik aangeeft. Sommige luidsprekertypen zijn in twee impedanties verkrijgbaar, bijvoorbeeld de AD 5060/W4 en de AD 5060/W8 (4 en 8 ohm). Voor de luidsprekers is enige tijd geleden een nieuwe typenummering ingevoerd, waaruit de belangrijkste gegevens gemakkelijk zijn af te leiden. Behalve de impedantie en het frequentiebereik (zie boven) bevat het nieuwe typenummer de letters AD, gevolgd door vier cijfers. AD geeft aan dat het gaat om een luidspreker waarvan de afmetingen aan internationale normen voldoen. De eerste twee cijfers geven een benadering van de basismaten in inches (circa 2,5 cm). Is het eerste cijfer hoger dan 1, dan heeft een nul als tweede cijfer geen betekenis. 20 en 70 betekenen dan dat het ronde luidsprekers betreft met een diameter van ongeveer 2 en 7 inches. Is het tweede cijfer echter geen nul, dan gaat het om een ovale luidspreker als de eerste twee cijfers niet gelijk zijn en om een luidspreker met vierkante flens als deze cijfers wel gelijk zijn. Ter verduidelijking: 46 is een ovale luidspreker van circa 4 x 6 inches, 44 is een luidspreker met vierkante flens met de afmetingen 4 x 4 inches. Dit alles geldt dus als het eerste cijfer hoger is dan 1. Is het eerste cijfer wel een 1 (of een nul), dan betreft het een ronde luidspreker en geven de eerste twee cijfers de diameter in inches aan. De AD 1055/W8 en de AD 1255/W8 hebben dus een diameter van resp. 10 en 12 inches. De exacte maten van de luidsprekers zijn vermeld in tabel 2. Als u deze tabel niet constant op zak draagt, kunt u dus toch aan het typenummer zien wat voor luidspreker u in de kuip hebt.
Het derde en vierde cijfer geven het soort magneetsysteem aan. Het nieuwe typenummersysteem lijkt veel op het oude, maar de cijfers hebben een andere betekenis gekregen. In tabel 2 is een aantal luidsprekers met de oude typenummers vermeld. Deze luidsprekers hebben òf een nieuw typenummer gekregen, òf ze zijn vervangen door nieuwe typen met vrijwel dezelfde karakteristieken.

Luidsprekers met een naam

Na lezing van het voorgaande zijn de typenummers van de Philips luidsprekers waarschijnlijk een beetje voor u gaan leven. Toch blijven ze met zo'n typenummer alleen altijd een beetje anoniem. Daarom hebben de paradepaardjes uit het programma ook nog een naam meegekregen: de Bombardon en de Dome Tweeter. Eerstgenoemde luidspreker is vermaard om de weergaloze kwaliteit van de lage tonen. Deze kon worden bereikt dank zij een heel bijzondere constructie, zoals een zeer soepel opgehangen conus van schuimplastic en een zeer krachtig magneetsysteem. De Bombardon geeft de beste resultaten in een akoestische box met een inhoud van 45 dm^3 (zie box A13 uit „luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw"). In deze kast kan ook de hogetonenluidspreker worden ondergebracht, waarvoor bijvoorbeeld de 9710 M kan worden gebruikt.
De Dome Tweeter**, de naam zegt het al, is een hogetonenluidspreker; hij is pas kort geleden in het programma opgenomen. Het meest opvallende aan deze tweeter, die een conusdiameter van slechts 2,5 cm heeft, is de ongeëvenaarde spreiding van de hoge tonen. De straling is binnen een hoek van 180° naar alle richtingen even sterk. (Dit type is binnenkort leverbaar.)
Misschien is het u opgevallen dat in tabel 1 nog een luidspreker voorkomt waarvan het typenummer uit de toon valt: de 9710 M. Van deze luidspreker hoeven we niet veel te vertellen; hij is in de loop der jaren een begrip geworden. Dit is dan ook de voornaamste reden waarom het typenummer niet is gewijzigd.
Zonder lyrisch te worden over de 9710 M kunnen we nuchter vaststellen dat deze luidspreker buitengewoon veelzijdig is. U kunt hem gebruiken als woofer, als tweeter of als luidspreker voor het hele audiogebied. De kwaliteit voldoet aan de strengste eisen en de belastbaarheid is net lekker voor huiskamergebruik (10 watt). De impedantie bedraagt 7 Ω, maar er is ook een 800-Ω uitvoering onder typenummer 9710 AM, bestemd voor buisversterkers met transformatorloze eindtrap.
Uit het voorgaande mag u niet afleiden dat de naamloze luidsprekers van mindere kwaliteit zijn. We zouden ze wel allemaal een naam willen geven.

Het kiezen van een luidspreker of een luidsprekercombinatie

Het kiezen van een luidspreker is nu niet zo moeilijk meer, als u maar, voor u naar de winkel gaat, precies nagaat wat u van het ding verlangt. De belastbaarheid en de impedantie hangen af van de versterker die u bezit of die u wilt gaan bouwen. U dient ook vooral

Slot op pag. 9

„Lock-fit"-transistors

Uitstekende eigenschappen en gemakkelijk te monteren

Er zijn een heleboel soorten transistoromhullingen omdat transistors voor zulke uiteenlopende doeleinden worden gebruikt: grote en kleine vermogens, hoge en lage frequenties enz. Vermogenstransistors bijvoorbeeld vereisen een omhulling die de warmte, die in de transistor wordt ontwikkeld, goed en snel afvoert. Daardoor is de grootte van een transistor in het algemeen een aanwijzing voor het vermogen dat hij kan verwerken. Aan een omhulling voor een hoogfrequenttransistor worden weer heel andere eisen gesteld. Zo moeten de capaciteiten tussen de aansluitingen zo klein mogelijk zijn omdat capaciteiten afneming van de versterking bij hoge frequenties veroorzaken.

De bekendste transistoromhulling is ongetwijfeld het metalen kapje, waaruit drie draadjes tevoorschijn komen.

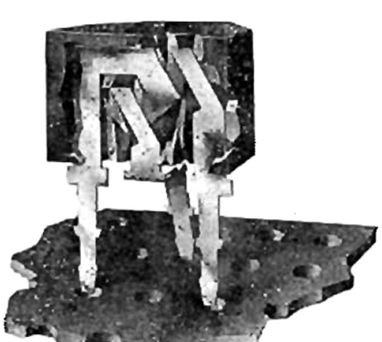
Sommige omhullingen worden niet meer gebruikt, maar soms ook verschijnt er een nieuw type omhulling. Een van de nieuwste ontwikkelingen op dit gebied is de lock-fit-transistor, vrij vertaald de zelf-vergrendelende transistor. De omhulling is van kunststof en heeft een enigszins vreemde vorm: van boven gezien een rechthoek waarvan twee hoeken zijn afgesneden. Het meest opmerkelijke is echter dat deze transistors geen aansluitdraden hebben, maar merkwaardig gevormde pennen. Deze zijn zo geplaatst dat ze precies en maar op één manier in de daarvoor bestemde gaten van een gedrukte schakeling passen. Dit is een groot voordeel, want bij „gewone" transistors met aansluitdraden worden, ondanks alle zorgvuldigheid, nog wel eens vergissingen gemaakt. Als dit gebeurt, is dat een regelrechte aanslag op het leven van de transistor. De lock-fit-omhulling sluit deze vergissingen uit.

Door de typische vorm van de pennen zakken ze maar tot een bepaalde diepte in de gaten van de gedrukte schakeling, afhankelijk van de diameter van die gaten. Nadat de transistor in de schakeling is gedrukt, zit hij meteen tamelijk stevig vast. Natuurlijk moeten de aansluitpennen nog gesoldeerd worden om een goed elektrisch contact met de schakeling te krijgen en te houden, maar het vermoeiende stil houden van de aansluitdraden, totdat het soldeer hard is geworden, komt te vervallen. Dat is goed nieuws voor amateurs en monteurs die niet zo vast van hand zijn.

De plastic omhulling geeft, in tegenstelling tot wat men zou verwachten, een zeer goede overdracht van de in de transistor ontwikkelde warmte aan de omringende lucht, beter zelfs dan menige metalen omhulling. Bovendien is een lock-fit-transistor stevig en goed bestand tegen trillingen en schokken. Ook als men niet gewoon is met elektronische apparaten te gooien is dit een voordeel omdat veel schakelingen al bij normaal gebruik blootstaan aan trillingen en schokken.

Tot dusver hebben we uitsluitend over de mechanische eigenschappen van de lock-fit-transistors gesproken, maar hoe zit het met de elektrische?

In principe kan men in een lock-fit-omhulling dezelfde „transistor" monteren als in elke andere omhulling en het komt dan ook wel voor dat bepaalde typen zowel in lock-fit-uitvoering als in metalen omhulling met aansluitdraden worden gefabriceerd. Maar de omhulling heeft toch een bepaalde invloed op het gedrag van de transistor, met name op het vermogen dat kan worden verwerkt (afhankelijk van de mate van koeling) en de bereikbare frequentie (afhankelijk van onder andere de capaciteiten tussen de aansluitingen). De lock-fit-omhulling heeft een bijzonder gunstige invloed op deze eigenschappen. Het lijdt dan ook geen twijfel dat de lock-fit-transistor steeds meer een bekende verschijning in de wereld van de elektronika zal worden.



Opengewerkt model van een „lock-fit"-transistor

Slot van pag. 8

goed voor ogen te houden wat u met de luidspreker wilt gaan weergeven. Aan een radiotoestel, u overgeleverd uit de oudheid, hoeft u geen luidspreker te hangen met een frequentiekarakteristiek die recht is van 50 tot 20 000 Hz, maar aan de andere kant is het spijtig als u het onvervormde uitgangssignaal van een HiFi/stereoversterker laat weergeven door luidsprekertjes die eigenlijk bedoeld zijn om in een transistorontvangertje gemonteerd te worden.

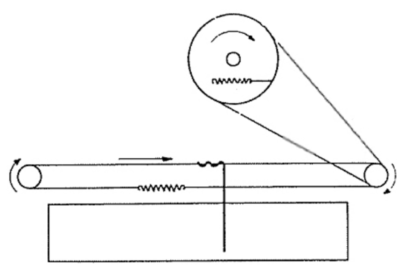
Het kiezen van een luidspreker*combinatie* is lastiger omdat u dan niet alleen precies moet weten welke kwaliteit en welk frequentiegebied u wenst, maar ook welke luidsprekers bij elkaar passen wat belastbaarheid, impedantie en frequentiekarakteristiek betreft. Hiervoor kunnen geen eenvoudige algemene richtlijnen worden gegeven; of toch wel: houd u bij voorkeur aan de uitgekiende en beproefde combinaties mèt de bijbehorende behuizingen die in het boekje „Luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw" worden gegeven.

Zet uw afstemmer op haren en snaren

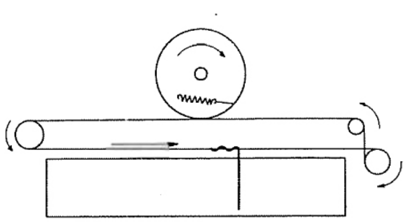
De Philips onderdelenpakketten bevatten al hetgeen nodig is om een goed functionerend apparaat te bouwen, maar de afwerking en het inbouwen ervan worden aan de fantasie van de amateur overgelaten. De inventiviteit van sommigen is wat dit betreft grenzeloos. Grote aantallen sigarenkistjes, zeepdozen en zelfs uitgeholde boeken hebben op die manier een onbedoelde maar nuttige bestemming gekregen.
Een niet onbelangrijke groep amateurs valt op dit punt echter lelijk door de mand. Zodra het apparaat de gewenste geluiden voortbrengt, op de vereiste manier lampjes in- en uitschakelt of een andere verlangde functie verricht, slijt het zijn verdere levensdagen hangend aan een paar draadjes en zonder knoppen.
In dit artikel zal een aantal suggesties worden gedaan om aan die ongewenste toestand een eind te maken, met name wat betreft de middengolf-afstemeenheid R 6605 en de FM-afstemeenheid R 6610. Toegegeven, je wordt verdraaid handig in het vinden van de stations, ook zonder dat een wijzer die op een keurige geijkte schaal aanwijst, maar de afstemmer zal een veel plezieriger aanblik geven en veel prettiger in de omgang zijn wanneer hij netjes in een kastje is gebouwd en voorzien is van een afstemschaal. De kastjes laten we nog even rusten en we beperken ons in dit artikel tot de afsteminrichting.

Hoe maakt men een fijnbesnaarde afstemmer?

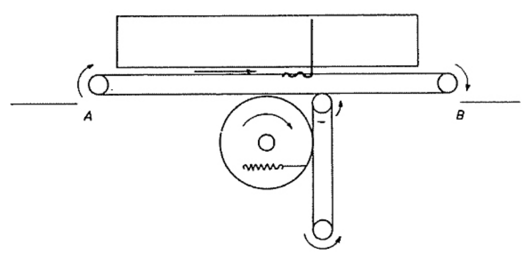
Een afsteminrichting bestaat gewoonlijk uit de volgende onderdelen:
— een groot snaarwiel (trommel), bevestigd op de afstemcondensator of de afstemspoel;
— een draaibare as waarop een knop kan worden gemonteerd (afstemas);
— een snaar, tegenwoordig doorgaans van nylon; hengelaars hebben altijd wel ergens een stukje liggen;
— een veer om de snaar strak te spannen en te houden;
— meestal enkele kleine snaarwieltjes om de snaar in goede banen te leiden;



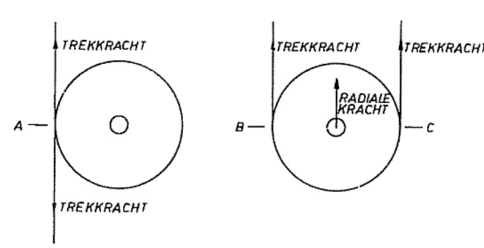
Afb. 1 Bij deze afsteminrichting kan het spanveertje zowel in de trommel als in de snaar zelf worden aangebracht. De snaar bestaat uit één stuk.



Afb. 2 Goede schaalaandrijving.



Afb. 3 Bij deze afsteminrichting kunnen trommel en schaal loodrecht op elkaar worden geplaatst. Een indruk hiervan krijgt u door de tekening op de lijn A-B onder een hoek van 90° te vouwen.



Afb. 4 goed minder goed

— een wijzer, eenvoudig zelf te maken van een stukje montagedraad;
— een afstemschaal waarop de stations, de kanalen, de golflengten of de frequenties zijn aangegeven.

Het onderdelenpakket voor de FM-afstemeenheid bevat het grote snaarwiel, maar het pakket voor de middengolfafstemmer niet. De „standaard"-trommels passen echter op de as van de afstemcondensator. Zo'n snaarwiel en de andere genoemde onderdelen kan men echter in de meeste radiodetailzaken kopen. Als de kleine snaarwieltjes moeilijkheden opleveren, is er misschien wel iemand in uw omgeving die de meccanodoos net ontgroeid is. Ook de aanschaf van de as, waarop de afstemknop moet komen, kan problemen geven. Sloop dan een oude potentiometer zodanig, dat de as helemaal rond kan draaien.
In de afbeeldingen 1, 2 en 3 is een aantal mogelijkheden getekend om een afsteminrichting te maken. Ondanks de verscheidenheid in mogelijkheden moeten aan een goede afsteminrichting enkele algemene eisen worden gesteld:

1 Op de as van de afstemcondensator of de afstemspoel mag bij voorkeur geen radiale kracht worden uitgeoefend.

2 Als men de afstemknop naar rechts draait („kloksgewijs" zeggen de Engelsen) verwacht iedereen dat ook de wijzer naar rechts beweegt. Doet u het andersom, dan zal een ieder, uzelf incluis, altijd eerst de verkeerde kant op draaien.

De eerste eis is verduidelijkt in afb. 4. De twee delen van de snaar oefenen trekkrachten uit op het snaarwiel. In de linker figuur grijpen deze krachten aan in punt A, maar doordat ze tegengesteld gericht en natuurlijk even groot zijn, heffen ze elkaar op. In de rechter figuur grijpen de krachten aan in de punten B en C, maar hier trekken ze dezelfde kant op, zodat op de as van het snaarwiel een kracht wordt uitgeoefend in de richting van de pijl.
Niet alle voorbeelden voldoen aan deze eis. Die uit de afbeeldingen 2 en 3 zijn goed, maar in het geval van afbeelding 1 trekt de snaar naar één kant. Nu is dit geen halszaak, als u er maar voor zorgt dat de snaar niet àl te strak staat en dat de afstemcondensator of -spoel en de afstemeenheid in zijn geheel voldoende stevig zijn gemonteerd om die kracht te kunnen opvangen. De aslagers van afstemspoel of -condensator worden echter zwaarder belast.
Aan de tweede eis voldoen alle voorbeelden. De pijlen bij de kleine wieltjes geven aan welke draairichting correspondeert met die van het grote snaarwiel. Alleen wanneer de pijltjes rechtsom wijzen, kan in de plaats van het betrokken snaarwieltje de afstemas met de knop worden gemonteerd. In het voorbeeld van afb. 1 kan men dus kiezen uit twee plaatsen voor de afstemknop.
Het spreekt vanzelf dat alle snaarwieltjes, de trommel en de afstemas in hetzelfde vlak gemonteerd moeten worden (behalve bij de afstemschaal van afb. 3, als die „om een hoekje" gaat). Dit kan het best gebeuren door alle wieltjes en de afstemas op een plaatje hout of aluminium te monteren. De afstemeenheid komt aan de achterkant van dit plaatje, terwijl de as van de afstemcondensator of -spoel er doorheen steekt en de trommel dus aan de voorkant van het plaatje komt.

Het omleggen van de snaar

De meeste snaarwielen hebben aan de buitenkant twee openingen waardoor de snaar naar binnen kan worden gevoerd. Als de trommel zich in een van de twee uiterste standen bevindt, moet de snaar nog een klein eindje om de trommel liggen. Ligt het afgewikkelde eind meer dan een halve slag om de trommel, dan hebt u het verkeerde gat gebruikt.
Het omleggen en op maat maken van de snaar gaat het gemakkelijkst op de volgende manier. Draai de trommel geheel naar rechts en knip een stuk snaar af dat ten minste tien centimeter langer is dan u nodig denkt te hebben. Bevestig de snaar door middel van een oogje binnen in de trommel en leg hem rechtsom in de richting van de pijlen over de kleine snaarwieltjes. Wikkel hem enkele slagen om de afstemas. Teruggekomen bij de trommel draait u deze geheel naar links en steekt u het snaareinde door het eerste gat in de trommel dat u tegenkomt. U kunt nu de lengte van de snaar bepalen. Deze lengte moet zodanig zijn dat het veertje dat tussen het snaareind en het bevestigingspunt in de trommel komt, constant enigszins uitgerekt is.
Nu moet alleen de wijzer nog worden gemaakt. Hiervoor is b.v. een stukje rood montagedraad goed bruikbaar. Dit stukje draad kan enkele malen om de snaar worden gebogen. De juiste plaats kunt u vinden door de afstemknop geheel naar links of naar rechts te draaien.

Het maken van afstemschalen

Een afsteminrichting is niet compleet zonder afstemschaal, waarop de frequenties, de stations of de kanalen zijn aangegeven. Een aantal tips voor het zelf maken van zo'n schaal zal in het volgende nummer worden gepubliceerd.

Bas, of het verhaal van een radioactieve zoon



Verleden maand was het veertien jaar geleden dat onze zoon werd geboren. We hebben de verjaardag in gepaste berusting doorgebracht, want onze zoon Bas is er de figuur niet naar om van een gewone verjaardag een wild festijn te maken.

Zitten was tot voor kort de enige activiteit die hij, tussen het liggen door, ontplooide. Bezigheden die hij niet zittend kon verrichten mochten zich niet in zijn sympathie verheugen. Vanaf de dag dat hij de zitkunst machtig werd, een gebeurtenis die zich omstreeks zijn eerste verjaardag voltrok, heeft hij dan ook weinig anders meer gedaan. Aanvankelijk zat hij abstract te tekenen, bij voorkeur op papieren van waarde, of hij zat met blokken te spelen. Op latere leeftijd zat hij meestal te lezen. Het enige lichtpunt was dat Bas op school niet bleef zitten.

„Wat zullen we Bas voor zijn verjaardag geven?", vroeg mijn vrouw met onuitroeibaar optimisme toen de dag naderde waarop, veertien jaar tevoren, onze grootste wens in vervulling was gegaan.

„Een stoel", zei ik, want mijn pessimisme is minstens zo onuitroeibaar. „Of een ligstoel met toestanden waarop je je voeten kunt leggen."

Ze vond het geen geslaagd voorstel.

„Is het je wel eens opgevallen dat Bas technisch aangelegd is?", vroeg ze, en er klonk iets hatelijks in haar stem, want zelf ben ik niet alleen on-technisch, maar zelfs a-technisch. Ik kan nog geen spijker recht in een pakje boter slaan, zelfs niet als het op de kachel ligt.

„Hij heeft alle boeken van Jules Verne en Wernher von Braun gelezen, en heb je die racewagen niet gezien die hij laatst ontworpen heeft?"

„Ja, die moest liggend bestuurd worden", merkte ik sarcastisch op. Maar mijn vrouw geeft zich niet zo gauw gewonnen, en ik wel. Toen ze kwam opdraven met nog tientallen andere voorbeelden, die de technische geaardheid van Bas van alle kanten belichtten, gaf ik me over en trok op een zaterdagmiddag de stad in. De man in de speelgoedwinkel, gehard in het vak, ontving me vol begrip.

„Verkoopt u technisch speelgoed?", begon ik schuchter, „het is niet voor mijzelf, hoor, maar voor m'n zoon".

Hij knikte begrijpend en pakte een constructiedoos waarmee, blijkens de illustratie op het deksel, onder andere de Eiffeltoren kon worden nagebouwd, compleet met liften. Maar dat leek me toch te technisch. Per slot van rekening heeft zelfs Eiffel, die ingenieur was, zich lelijk verkeken op het origineel dat, geheel tegen de bedoeling, niet meer af te breken bleek en nog steeds het Parijse stadsbeeld ontsiert.

„Hebt u niet iets minder technisch?", vroeg ik. Hij tastte onder de toonbank, wat me verdacht voorkwam. Waarschijnlijk zou het onder de wapenwet vallen of zedenkwetsend zijn. Het bleek een vliegtuigje te zijn met een klein propellertje en van binnen een elastiekje. Volgens een begeleidend drukwerkje vormde dit speel-

tuig de eerste onvermijdelijke stap voor alle toekomstige vliegtuigbouwers en piloten. Zelfs de heren Viruly en Fokker zouden door dit speelgoed op het pad van de aviatiek gezet zijn.
„Hiermee kan uw zoon de grondbeginselen van de vliegtuigbouw onder de knie krijgen", zei de verkoper, die in zijn vrije uren waarschijnlijk alle gebruiksaanwijzingen uit zijn winkel doornam. „Ik kan het u hier helaas niet demonstreren, want dan gaat het ding door de ruiten, maar neemt u van mij aan dat dit vliegtuigje in het vrije veld ongelooflijke vliegprestaties levert".
Hij wond het elastiekje een beetje op door met een vinger aan de propeller te draaien, terwijl hij, bezorgd voor zijn ruiten, het vliegtuigje stevig vasthield.
„In het vrije veld?", vroeg ik. „Betekent dit dat het ding een eind wegvliegt en dat je er dan achteraan moet hollen om het te pakken?"
Hij knikte. Het leek me geen geschikt cadeau voor Bas, maar omdat ik dat liever niet wou vertellen zei ik maar dat het toch nog te technisch was.
„Hoe oud is uw zoon dan?", vroeg de verkoper.
„Hij wordt veertien", antwoordde ik naar waarheid.
„Ik ben bang dat ik u dan niet kan helpen. Mijn assortiment is afgestemd op oudere kinderen", sprak hij.
Pas later heb ik begrepen dat hij gedacht heeft dat mijn zoon veertien maanden was en nog wat later snapte ik dat die speelgoedverkoper een aartssatiricus was.

Toen ik aan mijn vrouw verslag uitbracht over mijn mislukte missie, trok ze meteen de kordate schoenen aan en de stad in, om binnen een half uur terug te komen met een doos waarop met grote letters Electronic Engineer stond.
„Kan-ie dat lezen?", vroeg ik sarcastisch omdat ik haar niet de volle glorie gunde. Maar er bleek een Nederlandse gebruiksaanwijzing bij te zijn, verlucht met fraaie plaatjes van nijvere mensen tegen een met techniek overladen achtergrond. De doos zat boordevol mysterieuze frutsels, waarvan ik alleen een knop kon thuisbrengen.
„Wat moet hij daarmee?", vroeg ik, terwijl ik door een plaat met gaatjes keek om te zien of dat soms speciale effecten gaf.
„In de radiowinkel vertelden ze dat je daar toestellen mee kan bouwen", antwoordde mijn vrouw, maar dat leek me onwaarschijnlijk. In de doos zat helemaal niets dat ook maar in de verte herinnerde aan de dingen die ik eens in een radiotoestel had waargenomen toen ik, vele jaren geleden, in een overmoedige bui in het toestel van mijn vader keek. Geen grote spiegelende lampen, geen overmaatse peperstrooiers en geen eiersnijders met tientallen mesjes, die je keurig tussen een andere rij mesjes kon draaien.
Ik zou het wel zien, dacht ik. In elk geval leek het me niet veel kwaad te kunnen.
Nou, ik hèb het gezien. En gehoord.

De eerste dag na de verjaardag van Bas, toen ik nietsvermoedend thuis kwam, zat mijn zoon niet in zijn gemakkelijke stoel bij het raam. Hij was zelfs helemaal niet in de kamer. Een onrustig gevoel, dat ik altijd krijg als de dingen niet zijn zoals ze altijd zijn geweest, bekroop mij, vooral omdat van boven het geluid van zachte muziek klonk.
„Bas", zei mijn vrouw, terwijl ze me de thuiskomstkus op de wang drukte, „is boven, op zijn kamer". Ik meende een triomfantelijke blik in haar ogen te bespeuren, wat mijn onrustgevoelens nog verder aanwakkerde. Ik snelde naar boven, achter de muziek aan, die uit Bas' kamer bleek te komen.
„Wat ben jij aan het doen?", vroeg ik argwanend, klaar om meteen de benen te nemen als het gevaarlijk dreigde te worden.
„Ik heb een superregeneratieve ontvanger met transistors gemaakt", zei hij, wijzend op een apparaat waarin ik enkele van de dingetjes herkende die ik de dag tevoren in de doos had zien zitten.
„Een ontvanger?", zei ik ongelovig, want voor mij is een ontvanger een fiscaal iemand, die telkenjare een grote hap uit mijn inkomen neemt. En het woord transistor leek mij in de handelssfeer te liggen.
„Hoe werkt dat?", vroeg ik in mijn onschuld. Hoewel ik een goed geheugen heb voor moeilijke woorden, kan ik niet navertellen wat ik daarna te horen kreeg. Toen na een half uur de moeilijkewoordenbron opdroogde, was ik nog precies even ver.
De volgende dag was het een ander liedje, op dezelfde wijs. Bas was weer niet in de huiskamer toen ik thuis kwam en omdat ook mijn vrouw nergens te bekennen was, had ik eindelijk eens de gelegenheid om ongestoord een relatie te bellen. Ik heb er namelijk een hekel aan als de mensen meeluisteren als ik telefoneer omdat ze maar de helft van het gesprek kunnen horen en dus een heel vertekend beeld van mijn conversatietalent en mijn gevatheid krijgen.
Wie schetst mijn verbazing toen, na afloop van het telefoongesprek, mijn zoon van boven riep „Wat was je weer lollig, pa".
„Hoe bedoel je dat?", vroeg ik, terwijl ik beslopen werd door het onaangename gevoel dat ik voortaan niet meer veilig zou zijn in mijn eigen huis.
„Nou, die opmerking die je maakte over het weer, dat niet meer is wat het was", zei Bas.
„Hoe weet jij dat?", vroeg ik verbaasd.
„Schema B2", zei hij, „een telefoonmeeluisterversterker". Hij was inmiddels naar beneden gekomen en wees op een kokervormig ding, dat vlak bij het telefoontoestel was verstopt. Twee draden, weggemoffeld achter een gordijn, gingen door een gat in het plafond naar boven. „Ik kan boven alles horen wat je zegt", legde hij uit, „en dat niet alleen, ook wat de meneer aan de andere kant van de lijn te vertellen heeft".
Vanzelfsprekend borrelde een gerechtvaardigde razernij in mij op, omdat ik in mijn eigen huis bespioneerd werd door mijn eigen zoon. Maar 's avonds, toen Bas naar bed was, won mijn nieuwsgierigheid het van mijn woede en sloop ik op kousevoeten de trap op. Ik wilde die bouwdoos toch eens aan een nader onderzoek onderwerpen. Voorzichtig deed ik de deur van Bas' kamer open. Op de plank, boven zijn bed, lag een brandende zaklantaarn. Het licht scheen op het toestel, dat op de tafel stond. „Overdreven type", dacht ik, „om zijn bouwsels 's nachts te verlichten. Dat deed Rembrandt nog niet eens toen hij de Nachtwacht geschilderd had". Ik liep naar de tafel en wilde juist het toestel oppakken, toen er een snerpend, door de ziel snijdend geluid klonk. Ik verstijfde, maar het was al te laat. Bas opende gemelijk één oog en zei „Schakeling D6, inbraakalarm".

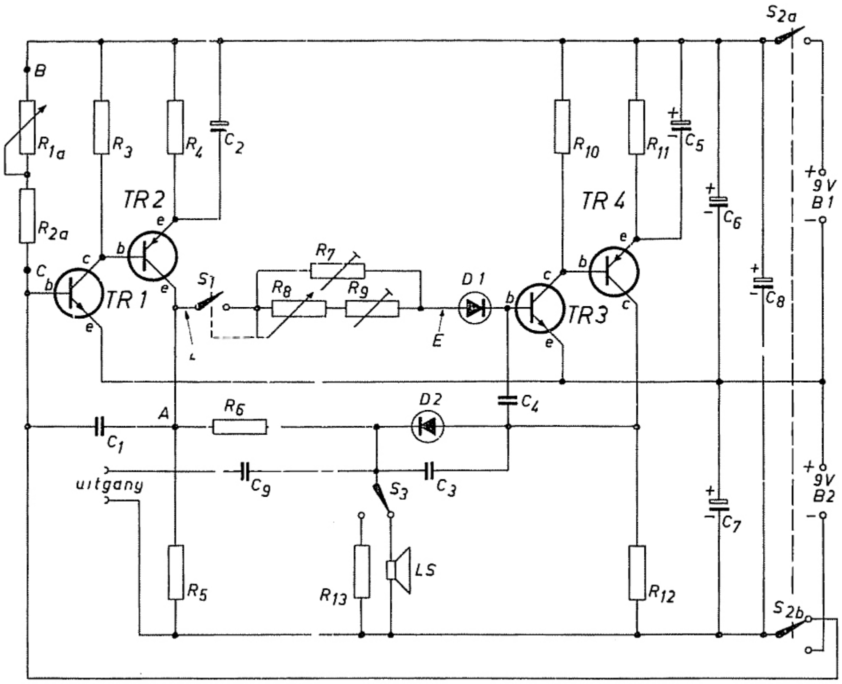
Een elektronische metronoom

De mechanische metronoom is eeuwenlang een vertrouwd instrument geweest bij muziek- en danslessen, maar het ziet er naar uit dat ook dit mechanische instrument, als zoveel andere, het veld zal moeten ruimen voor een elektronische plaatsvervanger.

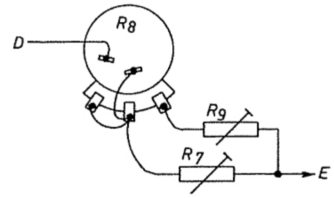
Een metronoom wordt gebruikt om de maat aan te geven, zodat bijvoorbeeld beginnende muziekstudenten leren om in een constant tempo te spelen. Ook aankomende morsesleutelacrobaten, die proberen de seinkunst machtig te worden, kunnen gebruik maken van een metronoom om een goede verhouding tussen punten, strepen en tussenruimten te oefenen.
Aan een mechanische metronoom kleven verschillende nadelen, die evenveel voordelen van de elektronische metronoom betekenen. In de eerste plaats is een goede mechanische metronoom kwetsbaar en duur, in ieder geval vele malen duurder dan een elektronische. Verder moet hij zuiver verticaal staan en van tijd tot tijd worden opgewonden. Bovendien is de sterkte van de tikken niet regelbaar en dus dikwijls te hard of te zacht.
De hier beschreven elektronische metronoom heeft al die nadelen niet. Dit instrument werkt in elke stand en hoeft niet te worden opgewonden; het wordt gevoed door twee kleine batterijen, die door het uiterst geringe stroomverbruik zeer lang meegaan. De sterkte van de tikken is weliswaar niet regelbaar, maar door het aansluiten van een hoofdtelefoon of een versterker kan men het instrument zowel individueel als voor grote groepen mensen gebruiken. Daardoor is het bijvoorbeeld ook bruikbaar voor ritmische gymnastiekoefeningen en danslessen.
Het tempo is door middel van een knop gemakkelijk in te stellen terwijl men luistert. Een mechanische metronoom moet eerst worden stilgezet, waarna een gewichtje moet worden verschoven. Vervolgens moet men controleren of de gewenste snelheid inderdaad is verkregen.
Een bijzondere attractie van de hier beschreven metronoom is dat elke tweede, derde, vierde of volgende tik, tot en met de zestiende, kan worden geaccentueerd, zodat het instrument naar verkiezing bijvoorbeeld een driekwartsmaat of een vierkwartsmaat kan produceren, en zelfs een zestienkwartsmaat, plus alle maten daartussen.
De elektronische metronoom is gemakkelijk te bouwen. De schakeling is niet kritisch, mits men zich aan de opgegeven onderdelen en waarden houdt, en men is vrij in de keuze van de vormgeving.

Beschrijving van de werking

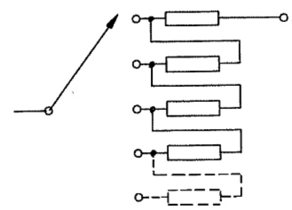
In afb. 1 is het schakelschema van de elektronische metronoom getekend. De schakeling bestaat uit twee vrijwel identieke delen die elk een NPN- en een PNP-transistor bevatten. Twee van deze transistors vormen samen een relaxatie-oscillator, dat wil zeggen een oscillator waarin de stromen en spanningen met sprongen veranderen. De eerste oscillator, links in het schema, levert de „gewone" tikken; de tweede oscillator, die wordt gestuurd door de eerste, levert de geaccentueerde maattikken.
Wat gebeurt er nu precies in zo'n relaxatie-oscillator? Voordat we dit uit de doeken doen, willen we er op wijzen dat TR_2 en TR_4 in het schema op hun kop staan en dat de collectors dus aan de onderkant zitten. Dit is gedaan om het schema overzichtelijk te houden. TR_1 gaat geleiden als de basisspanning 0,2 volt positief wordt ten opzichte van de emitter. Bij het inschakelen van het instrument is de basisspanning natuurlijk nul volt, zodat TR_1 om te beginnen afgeknepen is. Condensator C_1 wordt echter opgeladen via R_1 en R_2, en wel zodanig dat de bovenste plaat positief wordt. Zodra de basisspanning van TR_1 de waarde 0,2 volt heeft bereikt, gaat deze transistor geleiden, waardoor een stroom door collectorweerstand R_3 begint te lopen. Doordat er aanvankelijk geen stroom door R_3 vloeide, was ook de basisspanning van TR_2 nul volt ten opzichte van zijn emitter. Ook TR_2 was dus afgeknepen. Maar zodra TR_1 gaat geleiden, wordt de basisspanning van TR_2 negatief ten opzichte van de emitter en omdat dit een PNP-transistor is gaat hij geleiden en vloeit er een collectorstroom door R_5 en door de luidspreker en R_6. Dit betekent dat in punt A een positieve spanning ontstaat. Maar ook de onderkant van C_1 is met A verbonden, met als gevolg dat de condensator in zijn geheel op een hogere positieve spanning komt. Omdat de lading van C_1 niet zo snel kan wegvloeien, blijft de bovenkant ongeveer 0,2 volt positief ten opzichte van de onderkant. Als de onderkant dus plotseling meer positief wordt, gaat de spanning op de bovenste plaat mee, zodat de basisspanning van TR_1 nog meer positief wordt.
Kortom: zodra TR_1 gaat geleiden, wordt de basisspanning nog meer positief en gaat deze transistor nog meer geleiden. Er treedt een lawine-effect op en binnen enkele milliseconden zijn TR_1 en TR_2 volkomen verzadigd. De snel tot enkele honderden milliampères toenemende collectorstroom van TR_2 veroorzaakt een luide klik in de luidspreker. Onmiddellijk hierna gebeurt het omgekeerde. Er ontstaat weer een lawine-effect doordat C_1 zich gaat ontladen. Hierdoor neemt de stroom door de luidspreker zeer snel af tot nul. In feite is er dus even een krachtige stroomstoot door de luidspreker gegaan, waardoor de luide klik ontstond.



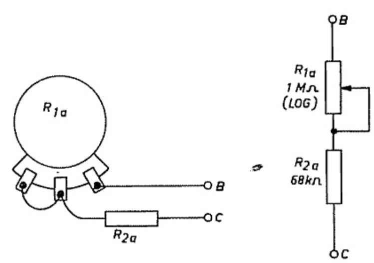
Afb. 1



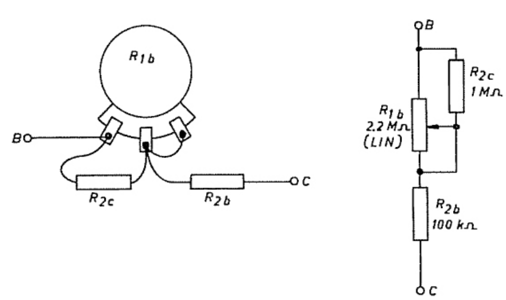
Afb. 1a Detail voor aansluiting potentiometer R 8.



Afb. 2 Deze stappenschakelaar met vaste weerstanden kan in de plaats komen van R 7, R 8, R 9 en S 1. Voor het berekenen van de vaste weerstanden: zie tekst.



Afb. 3a Regeling van de snelheid met een logaritmische potentiometer (linksom sneller).



Afb. 3b Regeling met een lineaire potentiometer (rechtsom sneller).

Benodigde onderdelen

Weerstanden

R_{1a}	logaritmische potentiometer 1 MΩ Philips 2322 350 00778	bij toepassing van afb. 3a
R_{2a}	68 kΩ	
R_{1b}	lineaire potentiometer 2,2 MΩ Philips 2322 350 00715	bij toepassing van afb. 3b
R_{2b}	100 kΩ	
R_{2c}	1 MΩ	
R_3	2,7 kΩ	
R_4	100 Ω	
R_5	120 Ω	
R_6	22 Ω	
R_7	instelpotentiometer 2,2 kΩ Philips 2322 411 00005	
R_8	potentiometer met schakelaar 1 kΩ lineair Philips 4822 101 40024	
R_9	instelpotentiometer 100 Ω Philips 2322 411 00001	
R_{10}	2,7 kΩ	
R_{11}	100 Ω	
R_{12}	22 Ω	
R_{13}	10 Ω	

Alle weerstanden Philips opgedampte koolweerstanden ¼ W

Condensatoren

C_1	2,2 µF gemetalliseerd polyester Philips 2222 344 21225
C_2	1000 µF 6,4 V elektrolytisch Philips 2222 023 13102
C_3	47 000 pF gemetalliseerd polyester Philips 2222 342 45473
C_4	6,8 µF gemetalliseerd polyester Philips 2222 344 21685
C_5	1000 µF 6,4 V elektrolytisch Philips 2222 023 13102
C_6, C_7	125 µF 16 V elektrolytisch Philips 2222 001 15131
C_8	250 µF 25 V elektrolytisch Philips 2222 023 46251
C_9	0,47 µF gemetalliseerd polyester Philips 2222 342 45474

Transistors en diodes

TR_1, TR_3	Philips BC 107
TR_2, TR_4	Philips AC 128
D_1, D_2	Philips OA 202

Diversen

LS	luidspreker, impedantie 8 Ω, b.v. Philips AD 4080/Z8
B_1, B_2	Batterijen 9 V (Philips 6 F 22 TR)
S_2	dubbelpolige omschakelaar
S_3	enkelpolige omschakelaar tweepolige aansluitbus

Nadat C_1 geheel ontladen is, herhaalt de cyclus zich opnieuw.
Het tijdsverloop tussen twee tikken is afhankelijk van de snelheid waarmee C_1 wordt geladen tot 0,2 volt, en derhalve van de grootte van $R_1 + R_2$. De beste regeling van de tikfrequentie krijgt men door voor R_1 een logaritmische potentiometer te nemen, maar deze moet dan zo worden aangesloten dat de frequentie toeneemt als de knop naar links wordt gedraaid (zie afb. 3a). Doet men het andersom, dan regelt de potentiometer alleen maar het allerlaatste stukje aan de rechterkant.
Een goede spreiding van het regelbereik krijgt men ook door een lineaire potentiometer te nemen en deze aan te sluiten zoals in afb. 3b is getekend. Bij deze schakeling neemt de snelheid toe als de knop rechtsom wordt gedraaid, hetgeen beter aansluit bij het gevoel.
Bij de schakeling van afb. 3a is de snelheid regelbaar tussen ongeveer 35 en 550 tikken per minuut, bij schakeling 3b tussen circa 45 en 320 tikken per minuut.

De maattikken

De tweede relaxatie-oscillator werkt precies zo als de eerste, met dit verschil dat C_4 niet wordt opgeladen door de batterijspanning van +9 volt, maar door de positieve spanningen die bij elke tik op de collector van TR_2 verschijnen. Elke keer als de collectorspanning van TR_2 positief wordt, loopt er een kortstondige laadstroom via het netwerk R_7, R_8 en R_9 en de diode, die C_4 telkens iets verder oplaadt. De diode D_1 voorkomt dat de lading terugvloeit. Zodra de bovenkant van C_4 een spanning van 0,2 volt ten opzichte van de emitter van TR_3 bereikt, treedt een lawine-effect op. De stroomstoot in de collectorleiding van TR_4 gaat gedeeltelijk door R_{12}, maar grotendeels door de diode en de luidspreker. Deze stroomstoot treedt gelijktijdig op met die van de eerste relaxatie-oscillator, zodat een krachtiger tik uit de luidspreker klinkt. Diode D_2 voorkomt dat de twee oscillatoren elkaar beïnvloeden.
De totale weerstandswaarde van het netwerk R_7, R_8 en R_9 bepaalt hoeveel lading er bij elke tik naar C_4 vloeit. Is deze waarde klein, dan zal bijvoorbeeld bij elke tweede tik een maattik optreden; is de waarde groot, dan kunnen er wel zestien tikken nodig zijn om C_4 voldoende op te laden. De frequentie waarmee de maattikken optreden, wordt geregeld met R_8. R_7 en R_9 maken het mogelijk de instelling van R_8 zo te maken, dat het aantal maattikken vrijwel evenredig is met de verdraaiing van R_8.
Het is mogelijk dit weerstandsnetwerk te vervangen door een stappenschakelaar met vaste weerstanden, als men tenminste niet opziet tegen enig pionierswerk. De waarde van de deelweerstanden kan namelijk niet exact worden opgegeven en men zal deze dus proefondervindelijk moeten bepalen. Dit kan gebeuren door voor deze drie weerstanden in de plaats een lineaire potentiometer van bijvoorbeeld 1000 Ω provisorisch te monteren, in serie met een losse schakelaar. Vervolgens stelt men de potentiometer zo in, dat juist een tweekwartsmaat ontstaat. Daarna opent men de schakelaar (dit is om de weerstandsmeting niet te beïnvloeden) en meet de weerstandswaarde, hetgeen uitstekend met een universeelmeter of meetbrug R 6516 kan gebeuren. Hierna bepaalt men op dezelfde wijze de weerstandswaarde waarbij de tweekwartsmaat juist overgaat in een driekwartsmaat en zo voort. Men krijgt dan een rij weerstandswaarden die er ongeveer zo uitziet: 60, 120, 180, 240 Ω enz. Dit betekent dat een tweekwartsmaat optreedt bij een weerstandswaarde (in ons voorbeeld) tussen 60 en 120 Ω. We kiezen dan een weerstand van een gangbare waarde, ongeveer in het midden, dus 100 Ω. Voor een driekwartsmaat moet de totale weerstand ongeveer 150 Ω zijn. We hadden al 100 Ω (de weerstanden staan in serie, zie afb. 2), dus we nemen 47 Ω. Voor de derde weerstand vonden we omstreeks 210 Ω in totaal, dus we nemen 210 — (100 + 47) is ongeveer 62 Ω.
Deze procedure is het eenvoudigst als men genoegen neemt met een beperkt aantal maten, bijvoorbeeld tot en met de vierkwartsmaat.
Het voordeel van een stappenschakelaar met vaste weerstanden is dat we niet hoeven te zoeken naar een bepaalde maat, maar dat we kunnen volstaan met de schakelaar in een bepaalde stand te zetten.
Nemen we voor R_8 een potentiometer, dan dient deze een schakelaar te hebben om de maattik te kunnen uitschakelen (S_1).
Nemen we een stappenschakelaar, dan kan deze zo worden gemonteerd dat de verbinding tussen de collector van TR_2 en de regelweerstanden verbroken is als de schakelaar geheel linksom is gedraaid (zie afb. 2).
De condensatoren C_6, C_7 en C_8 zijn buffercapaciteiten, die de plotselinge stroomstoten opvangen. Hierdoor zijn de batterijstromen betrekkelijk klein en gelijkmatig. Maar het stroomverbruik van de metronoom is zo gering dat het geluid, na het uitschakelen van de batterijspanning, als gevolg van de lading van de buffercondensatoren, langzaam en reutelend wegsterft. Dit onaangename verschijnsel is te vermijden door voor de aan/uit-schakelaar een type te kiezen dat dubbelpolig omschakelt. De basis van TR_1 wordt met deze schakelaar verbonden, zoals in het schema is getekend. Bij het uitschakelen wordt de basis van TR_1 nu flink negatief gemaakt, waardoor eventuele nahikneigingen in de kiem worden gesmoord.

Het aansluiten van een hoofdtelefoon of een versterker

De luidspreker kan desgewenst worden ingebouwd. Het opgegeven type doet het uitstekend, maar ook een ander type met een impedantie van ongeveer 8 Ω kan worden gebruikt.
Als men privé wil genieten van de metronoom, kan op de uitgang een hoofdtelefoon worden aangesloten. De impedantie hiervan is niet kritisch; men kan dus zowel een hoogohmige als een laagohmige telefoon gebruiken.
Op dezelfde uitgang kan een versterker worden aangesloten. In beide gevallen kan de ingebouwde luidspreker worden uitgeschakeld door schakelaar S_3 om te zetten. Bij gebruik van een versterker met klankregeling verdient het aanbeveling de lage tonen geheel terug te draaien en de hoge tonen op te draaien. Als de versterker ernstig bromt, dan kan omkeren van de aansluitingen, aarden van de onderkant van de uitgang (verbinden met de massa van de versterker) of het afschermen van de verbindingskabel uitkomst brengen.
Een praktische tip tot besluit: het leeg raken van de batterijen is het eerst te merken aan het onregelmatig worden van de maattik.

4134